

JP10056644

Publication Title:

DEVICE AND METHOD FOR DECODING IMAGE SIGNAL

Abstract:

Abstract of JP10056644

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce distortion caused in an interpolated picture by previously synthesizing the interpolated picture and replacing one part of this synthesized interpolated picture with an input image signal as a compensated image for a block, where the distortion is considerable in the interpolated picture. **SOLUTION:** A reception circuit 202 reproduces an image encoded signal, motion vector signal and compensated image signal from an input bit stream signal. A frame decoder circuit 203 obtains a thinned regenerative picture by decoding the image encoded signal. While using the reproduced picture and the motion vector signal, a frame interpolation circuit 204 synthesizes the interpolation picture to be interpolated between the thinned reproduced pictures. While using the compensated image signal, a distortion compensation circuit 205 replaces one part of the interpolated picture with a compensated image. The position inside the frame to be replaced is equal to the position inside the frame where the distortion is previously discriminated considerable by a moving image encoder circuit 1, and the compensated image is extracted. A switching circuit 206 obtains the reproduced picture from the side of (c) and the distortion compensated interpolated picture from the side of (i). Thus, the image of natural motion can be obtained from the considerably compressed signal.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-56644

(43)公開日 平成10年(1998) 2月24日

(51)Int.Cl.⁶

H04N 7/32

識別記号

庁内整理番号

FI

H04N 7/137

技術表示箇所

Z

審査請求 有 請求項の数2 OL (全8頁)

(21)出願番号 特願平9-165475
(62)分割の表示 特願平1-169320の分割
(22)出願日 平成1年(1989) 6月29日

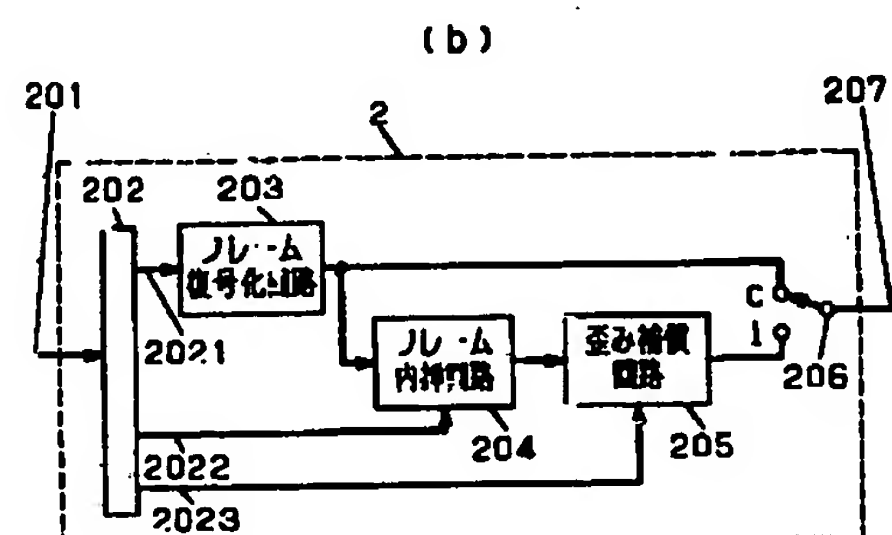
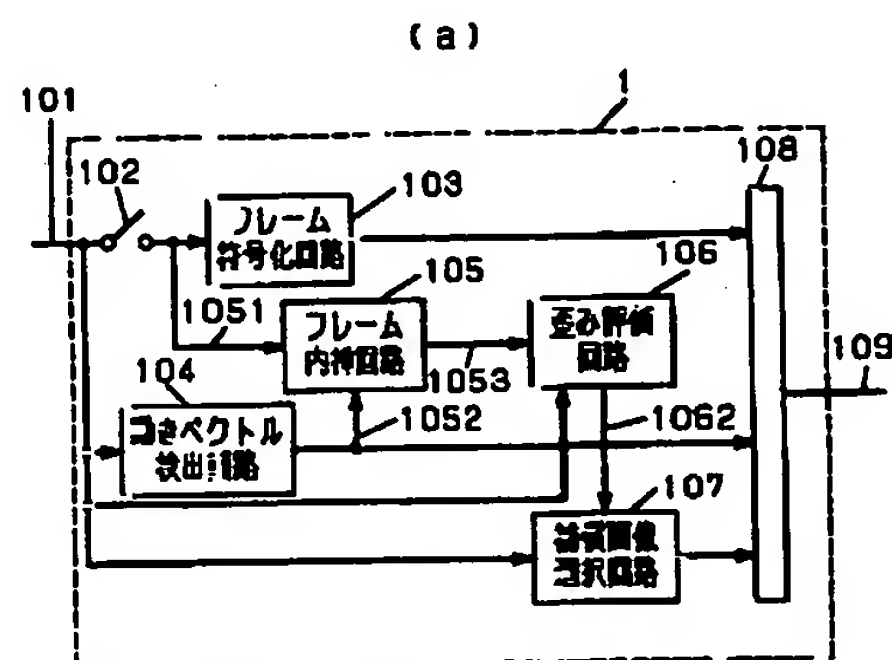
(71)出願人 000003821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72)発明者 長田 淳
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(74)代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54)【発明の名称】 画像信号復号化装置及び画像信号復号化方法

(57)【要約】

【課題】 誤った動きベクトルを検出し、これを用いて内挿フレームを合成した場合、合成された内挿フレームは歪みが大きくなってしまふ。

【解決手段】 画像信号を所定の画面間隔で符号化した符号化信号と、前記画像信号の画面間の動きベクトルと、内挿画面の歪みを補償するための補償画像と、を含む信号を入力し復号化する画像信号復号化装置である。入力信号から符号化信号と動きベクトルと補償画像を再生する受信回路202と、符号化信号を復号化して再生画面を得るフレーム復号化回路203と、再生画面と動きベクトルを用いて再生画面間に内挿画面を合成するフレーム内挿回路204と、内挿画面の一部を補償画像に置き換えることにより内挿画面の歪みを補償する歪み補償回路205と、再生画面と歪みが補償された内挿画面から画像信号を得る出力回路206とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像信号を所定の画面間隔で符号化した符号化信号と、前記画像信号の画面間の動きベクトルと、内挿画面の歪みを補償するための補償画像と、を含む信号を入力し復号化する画像信号復号化装置であって、

入力信号から前記符号化信号と前記動きベクトルと前記補償画像を再生する受信手段と、前記符号化信号を復号化して再生画面を得る復号化手段と、前記再生画面と前記動きベクトルを用いて前記再生画面間に内挿画面を合成する内挿手段と、前記内挿画面の一部を前記補償画像に置き換えることにより前記内挿画面の歪みを補償する歪み補償手段と、前記再生画面と歪みが補償された前記内挿画面から画像信号を得る出力手段と、を備えたことを特徴とする画像信号復号化装置。

【請求項2】 画像信号を所定の画面間隔で符号化した符号化信号と、前記画像信号の画面間の動きベクトルと、内挿画面の歪みを補償するための補償画像と、を含む信号を入力し復号化する画像信号復号化方法であって、

入力信号から前記符号化信号と前記動きベクトルと前記補償画像を再生するステップと、前記符号化信号を復号化して再生画面を得る復号化ステップと、前記再生画面と前記動きベクトルを用いて前記再生画面間に内挿画面を合成するステップと、前記内挿画面の一部を前記補償画像に置き換えることにより前記内挿画面の歪みを補償する歪み補償ステップとを有し、

前記再生画面と歪みが補償された前記内挿画面から画像信号を得ることを特徴とする画像信号復号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、動画像信号の伝送もしくは記録において、動画像信号の圧縮符号化信号を復号するための画像信号復号化装置および復号化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、動画像信号符号化装置および復号化装置においては、テレビ電話やテレビ会議システムの開発にともない、各種の圧縮符号化方式が実用化されている。符号化時に動画像信号のフレーム数を間引くことにより、伝送情報量は確実に削減できる。しかし、再生画像の動きに不自然さを生じるため、復号化時に再生フレーム間に合成したフレームを内挿する「フレーム内挿」が行われている。

【0003】 以下、図面を参照しながら上述した従来の動画像信号符号化装置および復号化装置について説明する。

【0004】 図6は従来の動画像信号符号化装置および復号化装置のブロック図を示すものである。図6において、1は動画像信号を符号化して送出する動画像信号符

号化装置であり、101は動画像信号符号化装置の入力、102はフレーム間引き回路、103はフレーム符号化回路、108は送出回路、109は動画像信号符号化装置の出力である。2は動画像信号を再生する動画像信号復号化装置であり、201は動画像信号復号化装置の入力、208は受信回路、203はフレーム復号化回路、209は動きベクトル検出回路、204はフレーム内挿回路、206は切り換え回路、207は動画像信号復号化装置の出力である。

【0005】 以上のように構成された動画像信号復号化装置および復号化装置について、以下その動作を説明する。

【0006】 符号化する動画像信号は、動画像信号符号化装置1の入力101に入力する。以下、入力101に入力する信号を入力動画像信号と呼ぶ。入力動画像信号は、フレーム間引き回路102により、2フレームに1フレームの割合でフレーム数が間引かれる。この様子を図7に示す。(a)は入力動画像信号の連続するフレームA、B、C、Dを表す。このうちB、Dはフレーム間引き回路102により間引かれるフレームであり、A、Cはフレーム間引き回路を通過するフレームである。フレームA、Cを符号化フレームと呼ぶ。フレーム符号化回路103は符号化フレームの符号化を行ないフレーム符号を出力する。送出回路108は入力されるフレーム符号を出力の形態に合わせ、動画像信号符号化装置の出力109から出力する。

【0007】 動画像信号復号化装置2は、動画像信号符号化装置1により符号化された信号を復号化して動画像信号を再生する。受信回路208は、動画像信号復号化装置2の入力201に入力される信号を再生し、受信フレーム符号を得る。受信フレーム符号は動画像信号符号化装置1におけるフレーム符号に相当するものである。フレーム復号化回路203は受信フレーム符号を復号化して再生フレームを得る。図7(b)に再生フレームの様子を示す。A'、C'は再生フレームであり、符号化フレームA、Cを再生したものである。動きベクトル検出回路209は再生フレーム間の動きベクトルを求める。フレーム内挿回路204は動きベクトルを用いて再生フレーム間に位置するフレームを合成する。以下、この合成したフレームを再生内挿フレームと呼ぶ。次に、再生フレームA'、C'間に位置する内挿フレームBiを求める場合について説明する。動きベクトル検出回路209は再生フレームA'、C'から、これらのフレーム間の動きベクトル V_{AC} を求める。フレーム内挿回路204は、再生フレームA'、C'と動きベクトル V_{AC} を用いて内挿フレームBiを合成する。図7(c)は動画像信号復号化装置2の出力207におけるフレームを示す。切り換えスイッチ206をc側に切り換えると再生フレームが、i側に切り換えると内挿フレームが、207より出力される。動画像信号復号化装置2の出力は再

生動画像信号である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記のような構成では、(ア)ブロック内に異なる方向に動く物体があるとき、(イ)動体の影から背景が現われたり、動体により背景がかくれるとき、(ウ)動体の形状が変化するとき、(エ)回転をともなう運動をするとき、等において、正しい動きベクトルが存在しないため、誤った動きベクトルが検出され、これを用いて合成した内挿フレームに歪みを生じるという課題を有していた。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明の画像信号復号化装置は、画像信号を所定の画面間隔で符号化した符号化信号と、前記画像信号の画面間の動きベクトルと、内挿画面の歪みを補償するための補償画像と、を含む信号を入力し復号化する画像信号復号化装置であって、入力信号から前記符号化信号と前記動きベクトルと前記補償画像を再生する受信手段と、前記符号化信号を復号化して再生画面を得る復号化手段と、前記再生画面と前記動きベクトルを用いて前記再生画面間に内挿画面を合成する内挿手段と、前記内挿画面の一部を前記補償画像に置き換えることにより前記内挿画面の歪みを補償する歪み補償手段と、前記再生画面と歪みが補償された前記内挿画面から画像信号を得る出力手段とを備えたものである。

【0010】本発明は上記した構成により、画像信号符号化装置において、あらかじめ内挿画面の合成を行ない、この内挿画面内で歪みが大きいブロックについては入力画像信号を補償画像として、符号化信号、動きベクトルと共に送出し、画像信号復号化装置において、合成した内挿画面の一部を、受信した補償画像で置き換えるようにしたことにより、内挿画面に生じる歪みを低減できる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態における動画像信号符号化装置および復号化装置、ならびに参考例である動画像信号符号化装置および復号化装置について図面を参照しながら説明する。

【0012】図1(a)、(b)は本発明の一実施形態における動画像信号符号化装置および復号化装置のブロック図を示すものである。図1において、1は動画像信号を符号化して送出する動画像信号符号化装置であり、101は動画像信号符号化装置の入力、102はフレーム間引き回路、103はフレーム符号化回路、104は動きベクトル検出回路、105はフレーム内挿回路、106は歪み評価回路、107は補償画像選択回路、108は送出回路、109は動画像信号符号化装置の出力である。2は動画像信号を再生する動画像信号復号化装置であり、201は動画像信号復号化装置の入力、202は受信回路、203はフレーム復号化回路、204はフ

レーム内挿回路、205は歪み補償回路、206は切り換え回路、207は動画像信号復号化装置の出力である。

【0013】以上のように構成された動画像信号符号化装置および復号化装置について、図1を用いてその動作を説明する。

【0014】符号化する動画像信号は動画像信号符号化装置1の入力101に入力する。以下、入力101に入力する信号を入力動画像信号と呼ぶ。入力動画像信号はフレーム間引き回路102により2フレームに1フレームの割合でフレーム数が間引かれる。この様子を図2に示す。(a)は入力動画像信号の連続するフレームA、B、C、Dを表わす。このうちB、Dはフレーム間引き回路102により間引かれるフレームであり、A、Cはフレーム間引き回路102を通過するフレームである。以下、A、Cを符号化フレームと呼ぶ。フレーム符号化回路103は符号化フレームの符号化を行ないフレーム符号を得る。動きベクトル検出回路104は入力動画像信号を用い、符号化フレーム間の動きベクトルを求め、フレーム内挿回路105は符号化フレーム間に位置する内挿フレームを合成する。次に、符号化フレームA、C間に位置する内挿フレームBiを求める動作を説明する。動きベクトル検出回路104はフレームA、Cから、これらのフレーム間の動きベクトル V_{AC} を求める。フレーム内挿回路105は、フレームA、Cと動きベクトル V_{AC} を用いて内挿フレームBiを合成する。図2(b)に内挿フレームBiの様子を示す。この後、内挿フレームBiは歪み評価回路106により歪みの評価が行なわれる。歪みの評価について図3により説明する。歪みの評価は複数画素の集合であるブロック単位で行なう。内挿フレームBi上の座標(x, y)のブロック $b_{i,xy}$ と、入力動画像信号のフレームB上の座標(x, y)のブロック b_{xy} の各画素について差を求め、この差の最大値をブロック $b_{i,xy}$ の歪みとする。内挿フレームBiのすべてのブロックについて歪みを求め、歪みの大きいものから順にNブロックを選択する。このNブロックは後述する補償画像により歪みが補償されるブロックである。歪み評価回路106は、このNブロックの座標を補償画像選択回路107に与える。補償画像選択回路107は、この座標に対応するブロックを入力動画像信号のフレームBから切り出す。切り出した画像は補償画像と呼び、フレーム符号、動きベクトルとともに送出回路108の出力の形態に合わせた後、出力109より送出される。

【0015】次に、動画像信号復号化装置2の動作について説明する。動画像信号復号化装置2は動画像符号化装置1により符号化された動画像信号を復号化して動画像信号を再生するものである。伝送路や記録媒体等から得られた信号は、動画像信号復号化装置2の入力201に入力される。受信回路202は、受信フレーム符号を

2021に、受信動きベクトルを2022に、受信補償画像を2023にそれぞれ出力する。これらは動画像信号符号化装置1におけるフレーム符号、動きベクトル、補償画像にそれぞれ相当するものである。フレーム復号化回路203は受信フレーム符号を復号化して再生フレームを出力する。フレーム内挿回路204は再生フレーム間に位置する内挿フレームを合成する。この様子を図2(c)に示す。A'、C'は再生フレームであり、Bi'、Di'はフレーム内挿回路204で合成される内挿フレームである。フレーム復号化回路203から再生フレームA'、C'が出力され、受信回路202から符号化フレームA、C間の動きベクトル V_{AC} が出力されるとき、フレーム内挿回路204は内挿フレームBi'を合成して出力する。歪み補償回路205は、内挿フレームの一部を受信補償画像で置き換える。受信補償画像により置き換えられるフレームBi'内の位置は、動画像信号符号化装置1において補償画像選択回路107が入力動画像信号のフレームBから補償画像を取り出されたのと同じ位置である。切り換え回路206をc側に切り換えると再生フレームが、i側に切り換えると歪み補償回路205を通過した内挿フレームが動画像信号符号化装置の出力207に得られる。

【0016】以上のように本実施形態によれば、動画像信号符号化装置において内挿フレームの合成をあらかじめ行ない、内挿フレームで歪みが大きくなる部分を調べ、この部分を入力動画像信号から取り出して補償画像とし、動画像信号復号化装置へ送出し、動画像信号復号化装置において、内挿フレームを合成した後、受信した補償画像により、内挿フレームの一部を置き換えるようにしたことにより、内挿フレームで歪みが大きい部分が補償画像で置き換えられるため、内挿フレームの歪みを低減できるものである。

【0017】図4、図5は本発明の参考例における動画像信号符号化装置および復号化装置のブロック図を示すものである。図4、図5において、1は動画像信号を符号化して送出する動画像信号符号化装置であり、101は動画像信号符号化装置の入力、102はフレーム間引き回路、103はフレーム符号化回路、1031は減算回路、1032は量子化回路、1033は加算回路、1034はフレームメモリ、104は動きベクトル検出回路、105はフレーム内挿回路、110は減算回路、111はフレームメモリ、112は歪み評価回路、113は内挿歪み信号選択回路、108は送出回路、109は動画像信号符号化装置の出力である。2は動画像信号を再生する動画像信号復号化装置であり、201は動画像信号復号化装置の入力、202は受信回路、203はフレーム復号化回路、2031は加算回路、2032はフレームメモリ、204はフレーム内挿回路、208は加算回路、209はフレームメモリ、206は切り換え回路、207は動画像信号復号化装置の出力である。

【0018】以上のように構成された動画像信号符号化装置および復号化装置について、図4、図5を用いてその動作を説明する。

【0019】符号化する動画像信号は動画像信号符号化装置の入力101に入力する。以下、入力101に入力する信号を入力動画像信号と呼ぶ。入力動画像信号は、フレーム間引き回路102により、2フレームに1フレームの割合でフレーム数が間引かれる。この様子を図2に示す。(a)は入力動画像信号の連続するフレームA、B、C、Dを表わす。このうちB、Dはフレーム間引き回路102により間引かれるフレームであり、A、Cはフレーム間引き回路102を通過するフレームである。以下、A、Cを符号化フレームと呼ぶ。フレーム符号化回路103は符号化フレームの符号化を行いフレーム符号を出力する。フレーム符号化回路103は動き補償フレーム間符号化方式によるものであり、加算回路1033、フレームメモリ1034からなる局部復号器を備える。減算回路1031に符号化フレームが入力されるとき、フレームメモリ1034は1フレーム前の再生フレームを動き補償した予測フレームを出力する。減算回路1031はフレーム間予測誤差信号を出力し、量子化回路1032でこれを量子化する。この値をフレーム符号と呼ぶ。動きベクトル検出回路104は入力動画像信号を用いて符号化フレーム間の動きベクトルを求め、フレーム内挿回路105は動きベクトルを用いて符号化フレームから内挿フレームを合成する。

【0020】1051に符号化フレームA、Cが、1052にフレームA、C間の動きベクトル V_{AC} が入力されるとき、入力動画像信号のフレームBに相当する内挿フレームBiを合成して1053に出力する。図2(b)に内挿フレームBiの様子を示す。フレームメモリ111は入力動画像信号の遅延を行なう。フレーム内挿回路105が内挿フレームBiを出力するとき、フレームメモリ111は入力動画像信号のフレームBを出力する。内挿フレームBiと入力動画像信号のフレームBは減算回路110で差が求められる。この値は内挿フレームBiの歪みであり、フレーム誤差信号と呼ぶ。内挿フレーム内でフレーム誤差信号の大きな部分、すなわち内挿フレームの歪みが多い部分については、フレーム誤差信号の値をフレーム符号とともに送出する。次に、この方法について説明する。

【0021】フレーム誤差信号は歪み評価回路112によりブロック毎に大きさが評価される。ブロック内におけるフレーム誤差信号の最大値をこのブロックの最大歪み値とし、最大歪みの値の大きなものから順にN個のブロックを選択する。内挿歪み信号選択回路113は、歪み評価回路112により選択されたNブロックをフレーム誤差信号から切り出す。ここで切り出された信号を内挿歪み信号と呼ぶ。また、歪み評価回路112は選択したNブロックの座標も出力する。これを内挿歪み信号の

座標と呼ぶ。フレーム符号、動きベクトル、内挿歪み信号、内挿歪み信号の座標、は送出回路108により出力の形態に合わせられた後、出力109より送出される。

【0022】次に、動画像信号復号化装置2の動作について説明する。動画像信号復号化装置2は動画像符号化装置1により符号化された動画像信号を復号化して再生するものである。伝送路や記録媒体等から得られた信号は、動画像信号復号化装置の入力201に入力される。受信回路202は、受信フレーム符号を2021に、受信動きベクトルを2022に、受信内挿歪み信号を2023に、受信内挿歪み信号の座標を2024にそれぞれ出力する。これらは、動画像符号化装置1におけるフレーム符号、動きベクトル、内挿歪み信号、内挿歪み信号の座標、にそれぞれ相当するものである。フレーム復号化回路203は受信フレーム符号を復号化して再生フレームを出力する。フレーム内挿回路204は再生フレーム間に位置する内挿フレームを合成する。この様子を図2(c)に示す。

【0023】A'、C'は再生フレームであり、B_i'、D_i'はフレーム内挿回路204で合成される再生内挿フレームである。フレーム復号化回路203から再生フレームA'、C'が、受信回路202から符号化フレームA、C間の動きベクトルV_{Ac}が出力されるとき、フレーム内挿回路204は再生内挿フレームB_i'を合成して出力する。この後、再生内挿フレームB_i'は歪み補償回路208に入力される。フレームメモリ209は、受信内挿歪み信号を、受信内挿歪み信号の座標で示される位置に記憶する。歪み補償回路208は、再生内挿フレームにフレームメモリ209の値を加算する。切り換え回路206はc側に切り換えると再生フレームが、i側に切り換えると歪み補償回路208を通過した再生内挿フレームが、動画像信号復号化装置の出力207から得られる。

【0024】この参考例によれば、動画像信号符号化装置において、内挿フレームの合成を行ない、内挿フレームで歪みが大きくなる部分を調べ、この部分の歪みを内挿歪み信号として動画像信号復号化装置へ送り、動画像信号復号化装置において、内挿フレームを合成した後、受信した内挿歪み信号を、内挿フレームに加算するようにしたことにより、内挿フレームの歪みを低減できるものである。

【0025】この参考例が上述した本発明の実施形態と異なる点は、動画像信号符号化装置で合成した内挿フレームにおいて、歪みの大きい領域の歪み値を送出するようにしたことである。このことにより、入力動画像信号を送出するよりも情報量を低減できる。また、上記参考例ではフレーム符号化回路に動き補償フレーム間符号化方式を用いた。このことにより、局部復号化器で再生フレームが得られるため、符号化装置と復号化装置でそれぞれ合成した内挿フレームが等しく、符号化装置におい

て再生内挿フレームの歪みが正確に評価できるため、より適した選択領域を決定できるという優れた特徴がある。

【0026】

【発明の効果】以上のように本発明は、画像信号符号化装置に内挿手段を設けたことにより、画像信号復号化装置で合成する内挿画面において歪みが大きいブロックを前もって画像信号符号化装置で推測することができる。したがって、画像信号符号化装置は内挿画面において歪みが大きいブロックについて入力画像信号を補償画像として、符号化信号、動きベクトルとともに送出することにより、画像信号復号化装置では合成した内挿画面の歪みを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態における動画像信号符号化装置および復号化装置のブロック図

【図2】本発明の実施形態における動画像信号符号化装置および復号化装置のフレームを説明する説明図

【図3】本発明の実施形態における歪み評価回路の動作を説明する説明図

【図4】本発明の参考例における動画像信号符号化装置のブロック図

【図5】本発明の参考例における動画像信号復号化装置のブロック図

【図6】従来の動画像信号符号化装置および復号化装置のブロック図

【図7】従来の動画像信号符号化装置および復号化装置のフレームを説明する説明図

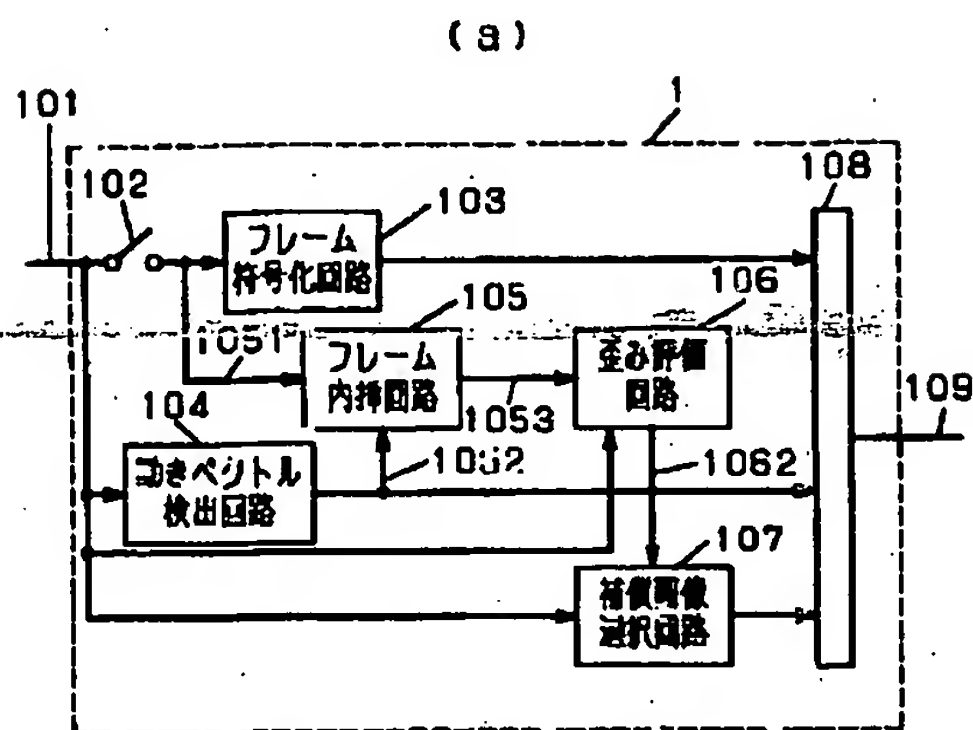
【符号の説明】

- 1 動画像信号符号化装置
- 101 動画像信号符号化装置の入力
- 102 フレーム間引き回路
- 103 フレーム符号化回路
- 1031 減算回路
- 1032 量子化回路
- 1033 加算回路
- 1034 フレームメモリ
- 104 動きベクトル検出回路
- 105 フレーム内挿回路
- 106 歪み評価回路
- 107 補償画像選択回路
- 108 送出回路
- 109 動画像信号符号化装置の出力
- 110 減算回路
- 111 フレームメモリ
- 112 歪み評価回路
- 113 内挿歪み信号選択回路
- 2 動画像信号復号化装置
- 201 動画像信号復号化装置の入力
- 202 受信回路

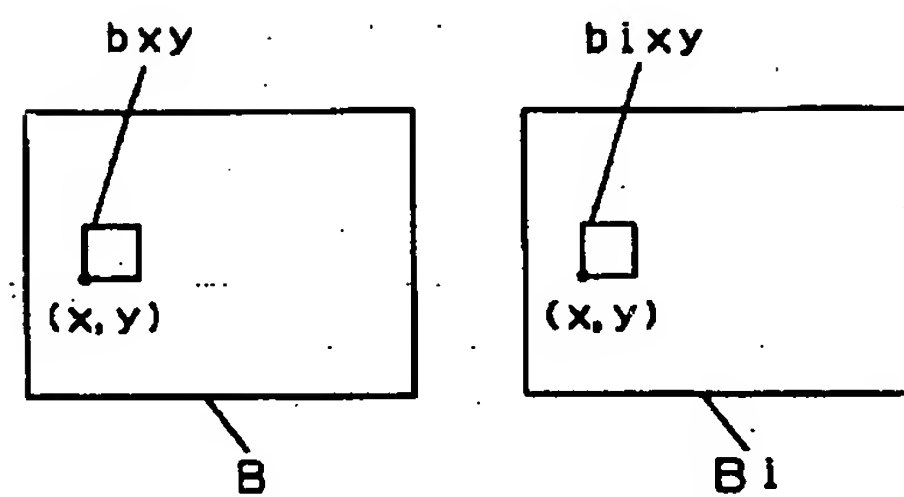
2021 受信フレーム符号
 2022 受信動きベクトル
 2023 受信内挿歪み信号
 2024 受信内挿歪み信号座標
 203 フレーム復号化回路
 2031 加算回路
 2032 フレームメモリ

204 フレーム内挿回路
 205 歪み補償回路
 206 切り換え回路
 207 動画像信号復号化装置の出力
 208 歪み補償回路
 209 フレームメモリ

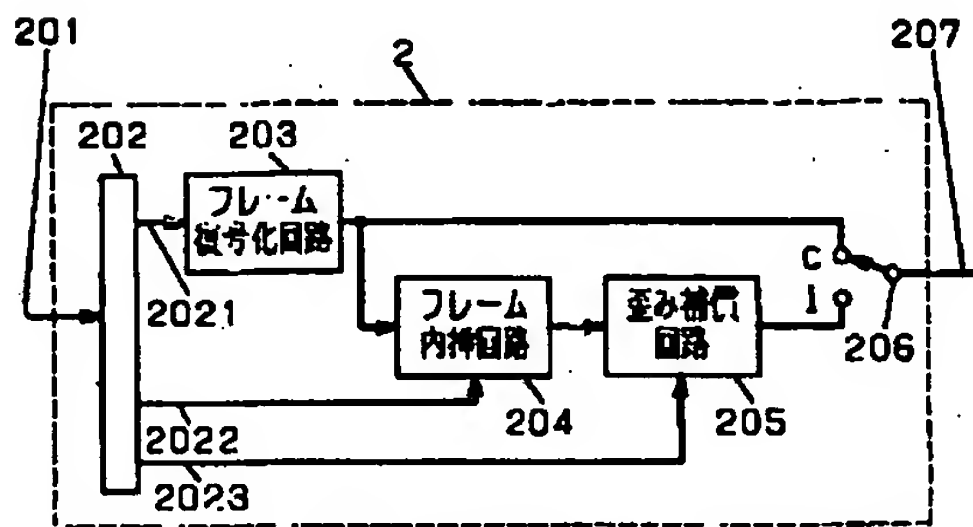
【図1】



【図3】



(b)



【図2】

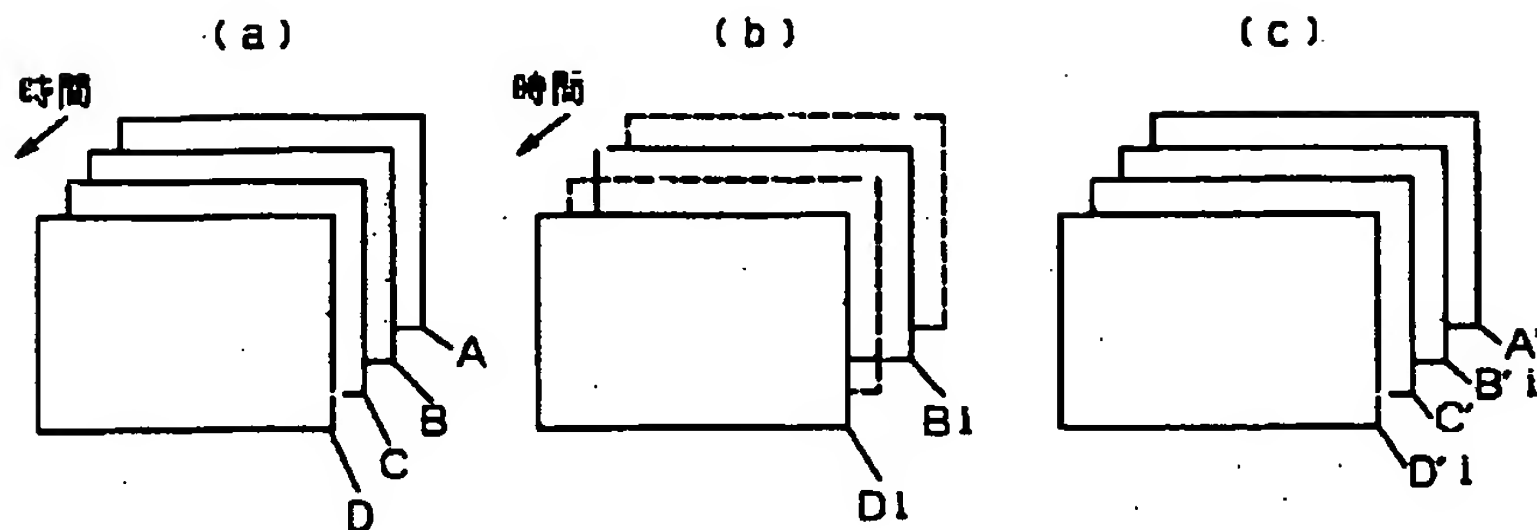
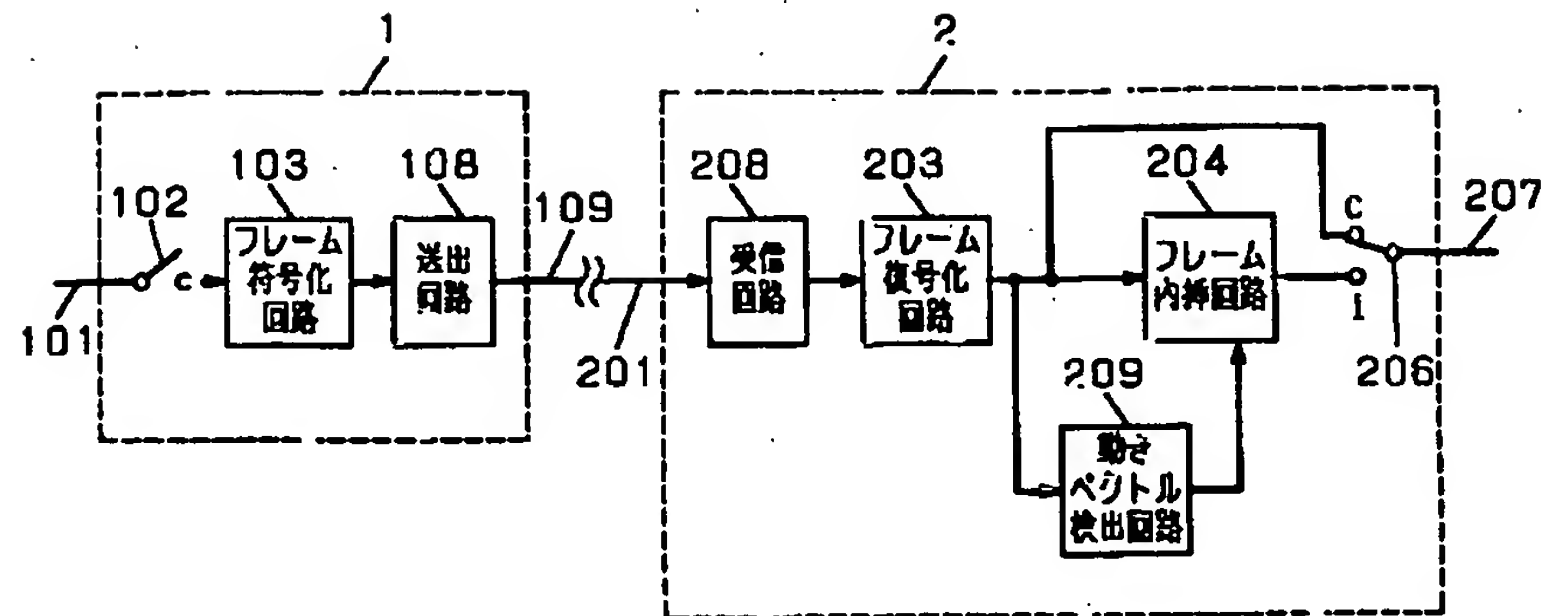


FIG. 1 is a block diagram of a video signal processing circuit. The circuit is enclosed in a dashed box labeled 2. It receives an input signal 201 from the left. This signal is split into three paths: 202, 2022, and 2024. Path 202 enters a block 203, which contains a summing junction 2031 and an FM block 2032. Path 2022 enters a block 209. Path 2024 enters a block 2023, which is connected to block 209. The output of block 209 is connected to a summing junction 208. The output of block 2032 is connected to a block labeled 'フレーム内挿回路' (Frame Interpolation Circuit) 204. The output of block 204 is connected to summing junction 208. The output of summing junction 208 is connected to a switch 206, which has two positions: 'c' and 'i'. The output of the switch is connected to the output terminal 207.

Figure 1 consists of three diagrams labeled (a), (b), and (c). Each diagram shows a stack of four rectangles. In (a), the rectangles are labeled A, B, C, and D from top to bottom. An arrow labeled '時間' (Time) points upwards. In (b), the rectangles are labeled A', B', C', and D' from top to bottom. In (c), the rectangles are labeled A', B', C', and D' from top to bottom.

【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.